

Optische Vergrößerungshilfen sind in der modernen Zahnmedizin kaum noch wegzudenken. Der Nutzen dabei ist vielfältig und ermöglicht in fast allen Fachrichtungen einen Fortschritt in der erreichbaren Behandlungsqualität, Ergonomie und Gewebeschonung. Trotzdem hat diese Entwicklung noch nicht Einzug in jede Zahnarztpraxis gefunden.



# Optische Vergrößerung in der Zahnmedizin – ein Standard?

## Teil 1: Das Operationsmikroskop (OPM)

Dr. med. dent. Tomas Lang, Dr. med. dent. Viet Nguyen

Das Operationsmikroskop wurde in der Zahnmedizin bereits im Jahr 1907 eingeführt, konnte sich aber erst in den letzten 30 Jahren nach und nach etablieren. Es sind meist Zweifel am Nutzen, die Angst des Mehraufwandes und der ungewohnten Arbeitsweise, sowie die Notwendigkeit, die operativen Prozeduren anzupassen, die die Etablierung historisch erschwert haben. Prof. Dr. Dr. h.c. A. Motsch (1931–1998) führte schon Mitte der 1980er-Jahre mithilfe des Optikers Christoph Bajohr an der Universität zu Göttingen Lupenbrillen mit Zeiss-Optiken als obligaten Standard für seine Kollegen und Zahnmedizininstu-

dentem ein (Abb. 1). Seit Anfang der 1990er-Jahre ist das Mikroskopieren ein integraler Bestandteil der Ausbildung in der Endodontie in den USA geworden. Erst 2002 entstand die Deutsche Gesellschaft für Endodontie (DGEndo, heute DGET) aus einer Studiengruppe, die die Verwendung des Operationsmikroskops in der Endodontie propagierte. 2009 bildete sich die Deutsche Gesellschaft für mikroinvasive Zahnmedizin (DGmikro), ein Zusammenschluss mikroskopbegeisterter Zahnärzte mit dem Fokus auf mikroinvasiver Zahnmedizin. Der Informationsgewinn steigt mit zunehmender Vergrößerung im Qua-

drat an. So erhält man bei doppelter Vergrößerung die vierfache Menge an Bildinformationen, bei 32-facher Vergrößerung steigt der Faktor auf 1.024-fach (Abb. 2). Mit großem Informationsgewinn geht auch große Verantwortung einher. So sind plötzlich therapierelevante Strukturen sichtbar und behandelbar, die sich dem Blick ohne optische Vergrößerung entzogen haben. Deren Behandlung erfordert mehr Zeit und Geschick, die vor allem in der Endodontie erforderlich ist. Das Operationsmikroskop wird aufgrund seiner überragenden optischen Eigenschaften als Meilenstein der Endodontologie postuliert und ermöglicht die Sicht bis in die Wurzelkanäle.<sup>1</sup>



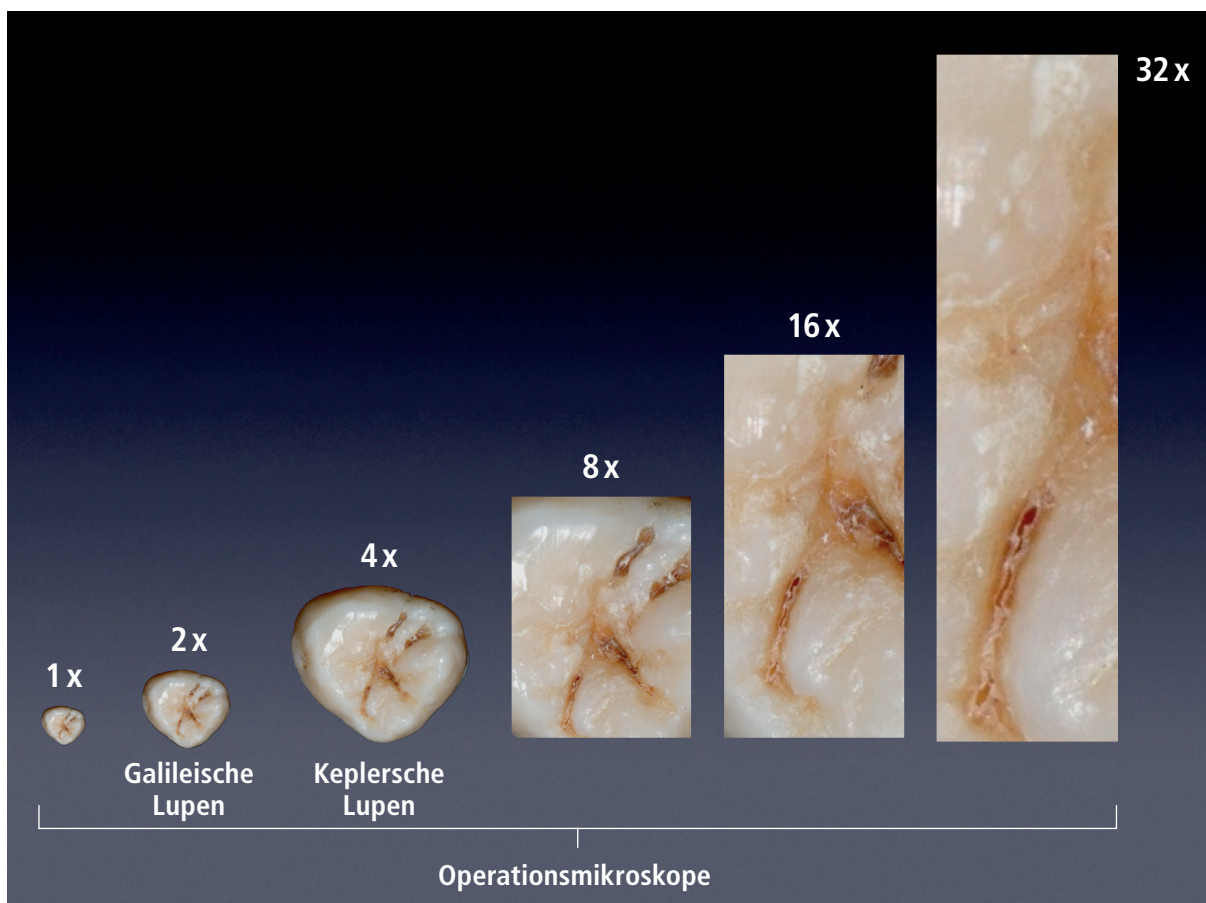
**Abb. 1:** Mitte der 1980er-Jahre wurden die Lupenbrillen vom Optiker Christoph Bajohr/Göttingen und Prof. Dr. Dr. Motsch für Kollegen und Zahnmedizinstudenten eingeführt.

### Das Operationsmikroskop

Die wichtigsten Komponenten sind das Stativ, die Optik, die Beleuchtung und die Dokumentationseinrichtung.

#### Das Stativ

Die Güte der Aufhängung des OPM ist ein zentraler Punkt, der die alltägliche Arbeit wesentlich erleichtert. Wichtig ist die präzise Navigation ohne viel Kraftaufwand und ohne Nachfedern oder Nachrutschen des Armes. Nicht wenige Hersteller sparen an der Fes-



**Abb. 2:** Darstellung des Informationsgewinns durch optische Vergrößerung und Einordnung der optischen Vergrößerungshilfen nach Vergrößerungskapazität.

tigkeit des Armes und den Lagern in den Gelenken sowie an der Möglichkeit, das OPM perfekt auszubalancieren. Wenn die Möglichkeit der Decken- oder Wandmontage besteht, so ist dieser gegenüber dem Rollstativ der Vorzug zu geben, da diese meist die Stuhlassistenz behindern und sich aus Platzgründen oft nicht ideal positionieren lassen. Bei der Deckenmontage ist das OPM stets einsatzbereit. Auf eine ideale Positionierung der Decken- oder Wandmontage unter Berücksichtigung der Behandlungseinheit ist zu achten, um in den favorisierten Behandlungspositionen eine ausreichende, leichtgängige Manövrierbarkeit in alle Richtungen zu gewährleisten.

#### Die Optik und der Tubus

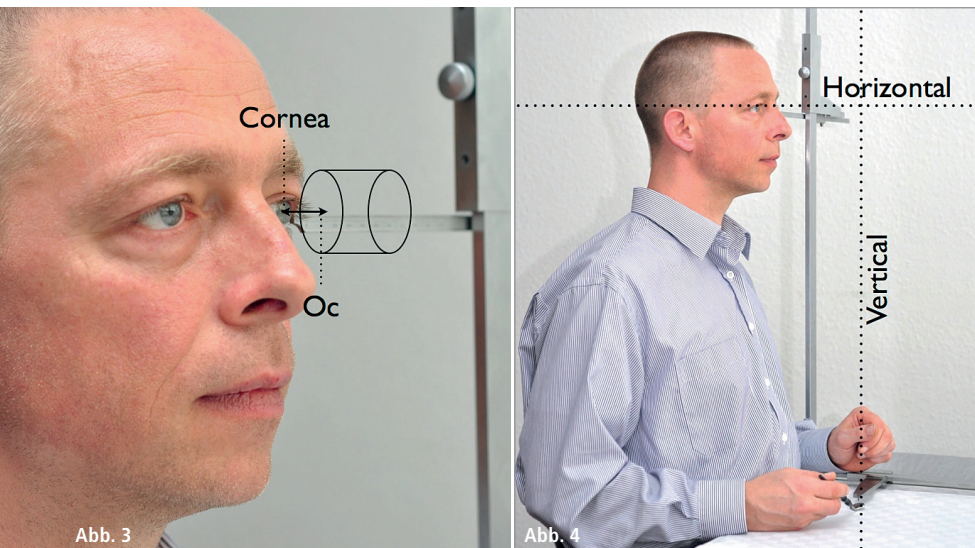
Bei der Optik stehen je nach Hersteller ein stufenloser Zoom oder ein manueller Vergrößerungswechsler zur Auswahl. Ein manueller Wechsler hat den Vorteil, schnell von einer Übersichtsvergrößerung in eine höhere Vergrö-

ößerung und wieder zurückzuschalten. Ein Zoomobjektiv hat einen Vorteil bei Videoaufzeichnungen, da der Betrachter langsam von der Übersicht in die Detailwelt eintauchen kann.

Der Arbeitsabstand zum Operationsfeld wird durch die Brennweite des Objektivs bestimmt. Dieser kann bei einer variablen Brennweite (Varioskop, Variofokus) im Gegensatz zu Fixobjektiven in einem weiteren Bereich (200 bis 400 mm Brennweite) frei gewählt werden. Hier ist in jüngster Zeit ein positiver Trend zu beobachten, dass Varioskope bei den meisten Mikroskopherstellern zum Standard geworden sind. War es früher bei den meisten Herstellern nur möglich, sich im Vorfeld für eine integrierte variable Brennweite zu entscheiden, kann man heute diese sinnvolle Komponente durch Auswechseln der Linse nachrüsten. Entweder direkt beim Hersteller, z. B. bei Zeiss das Varioskop 100, welches 100 mm-Fokusebenen überbrücken kann, oder durch Drittanbieter, welche variable Brennweiten für verschiedene Mikroskop-

anbieter haben und 150 mm-Fokusebene überbrücken können (HanChadent, CJ Optik, VarioFokus für Zeiss, Leica, Global, Karl Kaps und LABOMED). Eine variable Brennweite hat zwei Vorteile: Zum einen ist das OPM dadurch an unterschiedliche Operateure leichter adaptierbar. Zum anderen ist es möglich, das OPM beim liegenden Patienten von den Frontzähnen bis zu den Molaren ohne Änderung der Patientenposition oder der Stativposition zu fokussieren.

Sollte bei der Mikroskopausstattung keine variable Brennweite gewählt werden, ist es notwendig, dass der Operateur zur richtigen Brennweitauswahl individuell eingemessen wird. Aber auch bei vorhandener variabler Brennweite erleichtert die Kenntnis der individuell richtigen Brennweite das Auffinden der ergonomisch korrekten Arbeitsposition. Im Rahmen unserer Fortbildungen und Hospitationen in Essen werden die Teilnehmer individuell vermessen und erhalten Empfehlungen für ein maßkonfekt-



**Abb. 3:** Individuelle Einmessung der Cornea bei horizontalem Einblick ( $0^\circ$ ). Brillenträgerokulare haben einen größeren Einblickabstand, der bei der Einmessung berücksichtigt werden muss. – **Abb. 4:** Idealierte Position beim Einmessen des Operateurs. Die Hypotenuse aus den gemessenen horizontalen und vertikalen Werten ergibt die Brennweite im ergonomischen Optimum.

oniertes OPM (Abb. 3 und 4). Auch bei routinierten Mikroskopanwendern ist eine Einmessung sinnvoll, da hierdurch Fehlhaltungen vermieden werden können.

Der Tubus mit den Okularen ist eine wichtige Komponente des OPM. Aus ergonomischer Sicht sind Einblickwinkel von  $0^\circ$ , also horizontal bis maximal  $25^\circ$ , ideal. Wird ein  $180^\circ$ -Schwenktubus mit einer MORA-Kupplung oder einem Drehteller kombiniert, wird eine Entkoppelung der okularseitigen Einblickachse mit der objektivseitigen Ausblickachse erreicht, was die Wirbelsäule entlasten kann. In der Chirurgie ist dies eine Erleichterung, da hier meist in direkter Sicht gearbeitet und daher auch oft eine Kippung in der sagittalen Ebene notwendig wird. Eine weitere Innovation ist der sogenannte Falttubus.

Er ermöglicht nicht nur die Einstellung beim Einblickwinkel, sondern auch eine Änderung in der horizontalen und vertikalen Ebene durch Ein- oder Ausfahren des Tubus bzw. seiner Rotation um  $180^\circ$ . Diese Komponente ist aus ergonomischer Sicht bedeutsam, da sie bei bestimmten Operateuren eine anteriore Kopfhaltung vermeiden kann. Ob ein Operateur von einem Falttubus aus ergonomischen Gründen profitiert, lässt sich nur durch eine individuelle Vermessung bestimmen. Der Falttubus enthält zusätzlich einen eigenen Vergrößerungswechsler. Dieser vergrößert um weitere 50 Prozent ohne Schärfentiefeverlust. Diese zusätzliche Vergrößerung wird vor allem bei Live-OPs und Hospitationen eingesetzt, da dadurch die Schärfenebene gut kontrolliert wird und man sicher sein kann, dass man in der

Bildmitte des Videoausschnittes agiert. Der Nachteil des Falttubus ist allerdings die leichte Vignettierung des Bildes und der deutlich höhere Lichtbedarf.

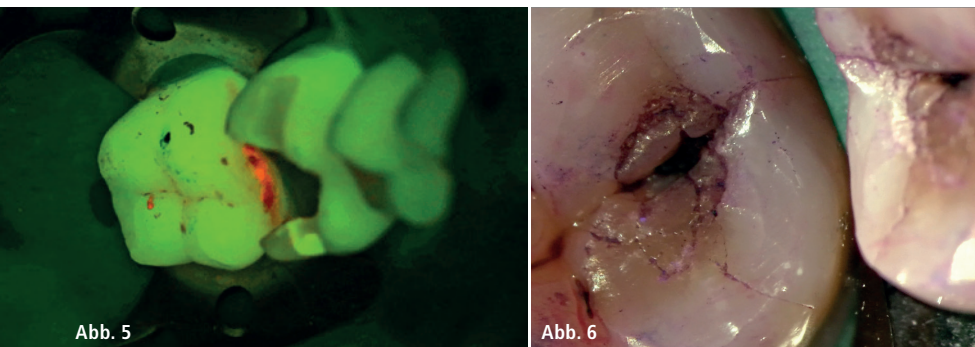
### Okulare

Bei den Okularen ist insbesondere auf eine große Eintrittspupille zu achten. Dadurch werden die Haltemuskeln des Kopfes entlastet, da das Sehfeld auch bei leichten Kopfbewegungen erhalten bleibt. Weiterhin sollten die Okulare brillenträgerauglich sein. Dadurch bleibt das Sehfeld auch beim Tragen einer Brille erhalten. Sowohl das Absetzen der Brille entfällt als auch das Einstellen der Dioptrienausgleichs am Okular. Hierfür wird der Abstand des Auges zum Okular durch eine Abstandskappe eingestellt (Abb. 3). Die Interpupillardistanz (IPD) wird am Tubus eingestellt. Die IPD sollte beim Operateur millimetergenau mit einem Pupillometer vermessen und auf das Operationsmikroskop übertragen werden, um Ermüdungserscheinungen an den Augenmuskeln zu vermeiden.

### Die Beleuchtung

Je höher die gewählte Vergrößerung, umso mehr Licht wird benötigt, um den gleichen Seheindruck zu haben. Zu beachten ist, dass weitere optische Elemente (z. B. Videokamera etc.) zusätzlich Licht kosten. Je komplexer also der Mikroskopaufbau und je mehr in großen Vergrößerungen gearbeitet wird, umso mehr Licht wird benötigt. Als empfehlenswert sind derzeit LED- und Xenonlicht zu nennen.

Ein Trend stellt die Ausstattung mit verschiedenen Lichtmodi dar. Das ZEISS EXTARO 300-Mikroskop ermöglicht im „TrueLight Mode“ ausreichende Verarbeitungszeiten bei der Arbeit mit lichthärtenden Werkstoffen ohne wesentliche Einbußen im Farbsehen und, bei einem weißen, kontrastreichen Licht, im Operationsfeld. Zusätzlich ist das Erkennen der Strukturen von Zahnhartsubstanzen wie die der verschiedenen Dentinzonen gegenüber Xenonlicht deutlich verbessert, sodass z. B. die „endodontische Landkarte“ besser interpretiert werden kann. Eine weitere Innovation bei diesem Mikroskopmodell stellt die



**Abb. 5:** Sicht auf eine Approximalkaries mit Autofluoreszenzmodifikation. Es erschließen sich verbesserte diagnostische und therapeutische Möglichkeiten (Zeiss Extaro 300 im AF Modus). – **Abb. 6:** Dokumentation einer Schmelz-/Dentinfaktur mit einer integrierten Full-HD-Videokamera (OPMI pico, 1.080 p, Standbild).

Implementierung der Autofluoreszenz dar. Dadurch wird das OPM nicht nur zu einem vergrößernden, sondern auch zum bildgebenden Werkzeug. Violettes Anregungslicht (405 nm) in Kombination mit vor den Augen geschalteten Filtern, welche die Bandbreite des Anregungslichtes herausfiltern, ermöglichen die kontrastreiche Sichtbarkeit der Autofluoreszenz von Biofilmen. Dadurch sind bakterienbesiedelte Bereiche, wie kariöse Zahnhartsubstanz, Randspalten an Restaurationen, Zahnstein und Konkremete, sowie nekrotisches Pulpagewebe deutlich von der restlichen Zahnhartsubstanz zu unterscheiden (Abb. 5). Dies ermöglicht eine bessere Diagnostik und gezieltere, mikroinvasivere Therapien. Ein weiteres Detail ist der „NoGlare Modus“. Hierbei werden durch polarisiertes Licht und einen Gegenpolfilter am Okular Reflexionen von glänzenden Objekten ausgeblendet. Dadurch kann die Oberfläche des Zahnschmelzes besser erkannt und beurteilt werden. Glänzende Instrumente im Operationsfeld lösen zudem keine Blendwirkung aus.

#### Die Dokumentationseinrichtung

Die Möglichkeit der Dokumentation mit dem OPM ist ein zentraler Punkt sowohl für die eigene Lernkurve, aber auch als Instrument zur Patientenkommunikation und zur Dokumentation für die Patientenakte. Bei der Videoaufzeichnung läuft die Kamera einfach mit, beim Fotografieren muss die Behandlung ständig unterbrochen werden. Durch die HD-Technik ist es möglich, mit 1.080 Zeilen Auflösung zu filmen. Diese Filmaufnahmen erlauben dann auch nachträgliche Einzelbilder (Screenshots) in ausreichender Qualität (Abb. 6).

Eine integrierte HD-Videokamera hat den Vorteil, dass das OPM schlank und leicht bleibt und dass die Dokumentation ständig betriebsbereit ist. An das OPM angesetzte Fotokameras sind eine zusätzliche, vermeidbare Komponente im klinischen Arbeitsfeld und können durch zusätzliche Kabel mitunter die Navigation und Reinigung des Mikroskops behindern. Vorteilhaft ist jedoch die leichte Austauschbarkeit bei einem technischen Fortschritt. Hier

ist der nächste Technologiesprung zur 4K-Technik absehbar. Jeder Sprung hat eine Verdopplung der Zeilenzahl und damit eine Vervielfachung der Pixelanzahl zur Folge. Die Bildqualität steigt hier dramatisch – zusammen mit dem Datenvolumen, welches dann auch bewältigt werden will. Damit verschiebt sich der Flaschenhals weiter zur Computer-Hardware. Aber auch die optischen Komponenten vieler Mikroskophersteller stoßen bei der 4K-Technik an ihre Grenzen. Es macht keinen Sinn, die digitalisierte Bildqualität zu erhöhen, wenn die optischen Komponenten nicht gut genug gerechnet sind, um dieser Auflösung zu genügen. So wird dieser Trend letztendlich auch zu besseren optischen Komponenten bei den Mikroskopen führen. Eine gute Tendenz.

*Der zweite Teil dieses Beitrags, der in der Ausgabe 2/2018 des Endodontie Journals erscheint, beleuchtet die Lu-penbrille und stellt die beiden Systeme mit den jeweiligen Vor- und Nachteilen gegenüber.*

#### Literatur

- 1 Perrin P, Eichenberger M, Neuhaus K, Lussi A: Sehschärfe und Vergrößerungshilfen in der Zahnmedizin Swiss Dental Journal SSO VOL 126 3/2016.

#### Kontakt

**Dr. med. dent. Tomas Lang**  
**Dr. med. dent. Viet Nguyen**

Sirius Endo  
Zahnerhaltung durch Endodontie  
Heisinger Straße 1, 45134 Essen  
www.siriusendo.de

ANZEIGE

### Metapaste

Calcium Hydroxid Paste

### ADSEAL

Resin basierter Sealer

## Zwei, die in keiner Praxis fehlen dürfen!

Meta Biomed Europe GmbH  
Wiesenstraße 35  
45473 Mülheim an der Ruhr, Deutschland

Telefon: +49 208 309 9190  
europe@metabiomed-inc.com  
www.buymetabiomedonline.com